

**АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ СТАДИИ
НЕПРЕРЫВНОГО СМЕШИВАНИ
СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ**

Роковос С.Ю., Злобин С.В.

Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, e-mail: sokzhoy@mail.ru

Во многих технологических процессах получения пищевых продуктов присутствует стадия смешивания сыпучих материалов, которую проводят по периодической или непрерывной схеме.

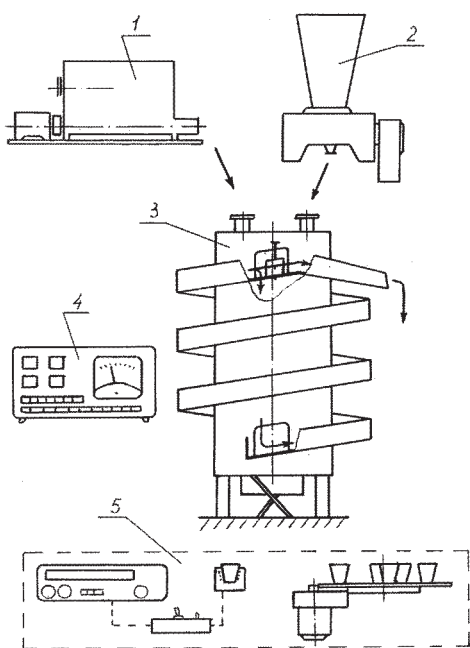


Рис. 1. Схема лабораторной установки:
1 – спиральный дозатор, 2 – шнековый дозатор, 3 – винтовой вертикальный смеситель, 4 – блок управления, 5 – конвейер-пробоотборник

В агрегате непрерывного действия процессы дозирования и смешения связаны между собой. Для их исследования нами разработана лабораторная установка производительностью 200-600 кг/ч с непрерывным двухкомпонентным дозированием ингредиентов в смеситель, позволяющая проводить multifunctionальные экспериментальные исследования.

Установка включает в себя дозаторы объемного типа, винтовой вертикальный смеситель непрерывного действия (СНД) вибрационного типа, конвейер-пробоотборник, блоки управления и анализа проб. В качестве приводов используются двигатели постоянного тока, которые позволяют регулировать в широких пределах частоты колебаний смесителя и вращения рабочих органов дозаторов (рис. 1).

В качестве модельного продукта была выбрана двухкомпонентная смесь, состоящая из сахара-песка и манной крупы в соотношении 9:1.

На первом этапе экспериментальных исследований было проведено изучение рабочих характеристик спирального и шнекового дозаторов. Подача ключевого компонента (крупы манная) осуществлялась спиральным дозатором. Погрешность дозирования и производительность соответственно составили $h=1,4\%$ и $Q=40$ кг/ч. Основной компонент (сахар) подавался шнековым дозатором с $h=3,2\%$ и $Q=360$ кг/ч. Анализ полученных экспериментальных данных по-

казал, что погрешности дозирования устройств незначительны. Учитывая простоту конструкций, низкую стоимость и простоту эксплуатации аппаратов, их можно рекомендовать для использования в составе непрерывнодействующего смесеприготовительного агрегата, сформированного на основе винтового СНД (рис. 2), конструкция которого (патент РФ 2181664) представлена на рис. 2.

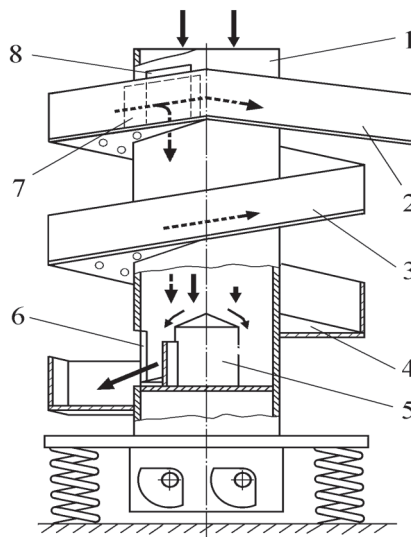


Рис. 2. Винтовой вибрационный смеситель:
1 – колонна, 2 – разгрузочный патрубок, 3 – винтовой лоток, 4 – первый виток, 5 – цилиндрическая вставка, 6 – окно подачи, 7 – отсекатель, 8 – окно рециркуляции

Смеситель состоит из винтового перфорированного рабочего органа 3, закрепленного на вертикальной цилиндрической колонне 1, куда подаются сахар-песок и манная крупа. Он передает колебания, создаваемые вибратором, сыпучему материалу. В результате этих воздействий исходные компоненты движутся вверх по лотку и смешиваются. Часть потока при этом просеивается через перфорацию витков, образуя тем самым многочисленные контуры «внутренней» рециркуляции. Это значительно повышает инерционные свойства аппарата и позволяет хорошо сглаживать флуктуации питающих потоков, поступающих из дозаторов. На верхнем витке расположен отсекатель 7, разделяющий смесь на два потока. Один направляется на выход 2 из смесителя, другой сбрасывается через окно 8 в нижнюю часть аппарата и вновь участвует в процессе смешивания. Изменяя параметры вибрации можно варьировать производительность аппарата и объем смеси, находящейся на его витках.

Нами проведен ряд экспериментов по определению параметров рециркуляции, пропускной способности перфорации рабочего органа и скорости вибротранспортирования. Оценены накопительные и сглаживающие способности данного смесителя с учётом влияния различных рециклов, что в совокупности с математическим моделированием на основе вероятностно-стохастического подхода, позволило подобрать оптимальные режимные и конструктивные параметры работы аппарата. При этом коэффициент неоднородности VC готовой смеси не превысил 7,8%.

**КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТОД
КИНЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА РЫЧАЖНЫХ
МЕХАНИЗМОВ IV КЛАССА С РЕГУЛИРУЕМОЙ
ЦИКЛОГРАММОЙ И ВЫСТОЕМ
ВЫХОДНОГО ЗВЕНА**

Сахабутдинова Г.Ф.

Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, Кемерово,
e-mail: cristallo.de.neige@yandex.ru

Исследование нагрузочных способностей, качественных характеристик проектируемого рычажного механизма VI класса с регулируемой циклограммой выходного звена, представленного на рис. 1, неразрывно связано с определением аналогов скоростей и ускорений, а также направлений векторов скоростей в характерных точках механизма.

Нами предложен комбинированный метод кинематического анализа, заключающегося в том, что положения звеньев механизма и координаты кинематических пар определяются численным методом, а скорости и ускорения аналитически на основе уравнений связи. При таком подходе повышается точность расчетов, поскольку использование только численного метода обеспечивает накопленную погрешность не только положений, но скоростей и ускорений.

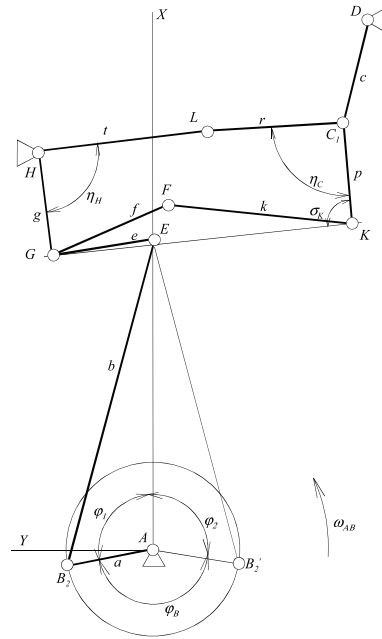


Рис. 1

Уравнения связи для аналогов скоростей имеют вид:

$$\begin{aligned} x_{EB}x'_E + y_{EB}y'_E &= x_{EB}x'_B + y_{EB}y'_B; \\ x_{EG}x'_E + y_{EG}y'_E &= x_{EG}x'_G + y_{EG}y'_G; \\ x_{GH}x'_G + y_{GH}y'_G &= 0; x_{GF}x'_G + y_{GF}y'_G = x_{GF}x'_F + y_{GF}y'_F; x_{FK}x'_F + y_{FK}y'_F = x_{FK}x'_K + y_{FK}y'_K; \\ x_{KC}x'_K + y_{KC}y'_K &= x_{KC}x'_C + y_{KC}y'_C; x_{LC}x'_L + y_{LC}y'_L = x_{LC}x'_C + y_{LC}y'_C; \end{aligned}$$

Механизм IV класса

$$\begin{aligned} x_{CD}x'_C + y_{CD}y'_C &= 0; \quad x_{FE}x'_F + y_{FE}y'_F = x_{FE}x'_E + y_{FE}y'_E; \\ x_{LG}x'_L + y_{LG}y'_L &= x_{LG}x'_G + y_{LG}y'_G; \quad x_{LK}x'_L + y_{LK}y'_L = x_{LK}x'_K + y_{LK}y'_K. \end{aligned} \tag{1}$$

Для аналогов ускорений:

$$\begin{aligned} (x'_E - x'_B)^2 + (y'_E - y'_B)^2 + x_{EB}x''_E + y_{EB}y''_E &= x_{EB}x''_B + y_{EB}y''_B; \\ (x'_E - x'_G)^2 + (y'_E - y'_G)^2 + x_{EG}x''_E + y_{EG}y''_E &= x_{EG}x''_G + y_{EG}y''_G; \quad x''_G^2 + x_{GH}x''_G + y''_G^2 + y_{GH}y''_G = 0; \\ (x'_G - x'_F)^2 + (y'_G - y'_F)^2 + x_{GF}x''_G + y_{GF}y''_G &= x_{GF}x''_F + y_{GF}y''_F; \quad x''_C^2 + x_{CD}x''_C + y''_C^2 + y_{CD}y''_C = 0; \\ (x'_F - x'_K)^2 + (y'_F - y'_K)^2 + x_{FK}x''_F + y_{FK}y''_F &= x_{FK}x''_K + y_{FK}y''_K; \quad (x'_K - x'_C)^2 + (y'_K - y'_C)^2 + \\ + x_{KC}x''_K + y_{KC}y''_K &= x_{KC}x''_C + y_{KC}y''_C; \quad (x'_L - x'_C)^2 + (y'_L - y'_C)^2 + x_{LC}x''_L + y_{LC}y''_L = x_{LC}x''_C + y_{LC}y''_C; \\ (x'_F - x'_E)^2 + (y'_F - y'_E)^2 + x_{FE}x''_F + y_{FE}y''_F &= x_{FE}x''_E + y_{FE}y''_E; \quad (x'_L - x'_G)^2 + (y'_L - y'_G)^2 + \\ + x_{LG}x''_L + y_{LG}y''_L &= x_{LG}x''_G + y_{LG}y''_G; \quad (x'_L - x'_K)^2 + (y'_L - y'_K)^2 + x_{LK}x''_L + y_{LK}y''_L = x_{LK}x''_K + y_{LK}y''_K. \end{aligned} \tag{2}$$

Здесь

$$\begin{aligned} x_{EB} &= x_E - x_B; \quad y_{EB} = y_E - y_B; \quad x_{EG} = x_E - x_G; \quad y_{EG} = y_E - y_G; \quad x_{GH} = x_G - x_H; \\ y_{GH} &= y_G - y_H; \quad x_{GF} = x_G - x_F; \quad y_{GF} = y_G - y_F; \\ x_{CD} &= x_C - x_D; \quad y_{CD} = y_C - y_D; \quad x_{FK} = x_F - x_K; \quad y_{FK} = y_F - y_K; \quad x_{KC} = x_K - x_C; \quad y_{KC} = y_K - y_C; \quad x_{LC} = x_L - x_C; \quad y_{LC} = y_L - y_C; \\ x_{FE} &= x_F - x_E; \quad y_{FE} = y_F - y_E; \quad x_{LG} = x_L - x_G; \quad y_{LG} = y_L - y_G; \quad x_{LK} = x_L - x_K; \quad y_{LK} = y_L - y_K. \end{aligned}$$

В целях сокращения числа неизвестных выразим x'_L, y'_L через x'_G, y'_G , используя соотношения

$$x'_L = x'_G \cdot f_{Lx} - y'_G \cdot f_{Ly}, \quad y'_L = x'_G \cdot f_{Ly} + y'_G \cdot f_{Lx},$$